

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«25» 10 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры Метран-740

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-597/05-2023

г. Чехов, 2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры Метран-740 (далее – уровнемеры), и устанавливает методику его первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение				
Диапазоны измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) ¹⁾ , м: а) Метран-740А – стержневая антенна – рупорная антенна б) Метран-740В	от 0,35 до 15 от 0,2 до 40 от 0,2 до 40				
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу ²⁾ , мм, в диапазонах измерений: – $L_{\min} \leq L_{\text{изм}} < L_{\text{п}}$ – $L_{\text{п}} \leq L_{\text{изм}} \leq 30 \text{ м}$ – $30 < L_{\text{изм}} < 40 \text{ м}$	Код погрешности				
	A	B	C	D	E
	±5 ±1 ±1,5	±5 ±2 ±2	±8 ±3 ±3	±10 ±5 ±5	±20 ±10 ±10
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения токового выходного сигнала от 4 до 20 мА, % диапазона воспроизведения	±0,03				
¹⁾ Приведен максимально возможный диапазон измерений. Фактические значения диапазона измерений и $L_{\text{п}}$ указываются в паспорте. В процессе эксплуатации диапазон измерений может быть перенастроен с внесением информации в паспорт. ²⁾ При поверке уровнемера на месте эксплуатации пределы допускаемой абсолютной погрешности составляют ±3 мм, но не менее значений, указанных в таблице. Примечания: 1. Введены следующие обозначения: $L_{\min}$ – минимальное значение диапазона измерений расстояния до поверхности продукта (уровня), м; $L_{\text{изм}}$ – измеренное значение расстояние до поверхности продукта (уровня), м; $L_{\text{п}}$ – переходное значение расстояния до поверхности продукта (уровня), м. 2. При использовании токового выходного сигнала погрешность воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА арифметически суммируется с погрешностью измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу.					

1.3 Уровнемеры соответствуют требованиям к СИ в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3459, и прослеживаются к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021.

1.4 Метрологические характеристики уровнемера определяют методом прямых измерений и (или) методом непосредственного сличения.

1.5 На основании письменного заявления владельца уровнемера или лица, представившего уровнемер на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки уровнемера только по цифровому выходному сигналу, с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

2.2 Определение метрологических характеристик уровнемера при первичной поверке проводят при полном демонтаже уровнемера, при периодической поверке – при полном демонтаже, или частичном демонтаже, или без демонтажа на месте эксплуатации.

2.3 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу без демонтажа на месте эксплуатации проводят с помощью эталонного уровнемера или рулетки измерительной.

2.4 Определение метрологических характеристик уровнемеров, предназначенные для сыпучих материалов проводят только при полном или частичном демонтаже.

2.5 При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку уровнемера прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106

3.2 При проведении поверки на месте эксплуатации без демонтажа уровнемера должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, относительная влажность и атмосферное давление удовлетворяют условиям эксплуатации уровнемера и средств поверки;
- отсутствие осадков и ветра, препятствующих проведению поверки;
- обеспечивается возможность изменения уровня жидкости в резервуаре;
- параметры и свойства жидкости в резервуаре соответствуют требованиям эксплуатационных документов уровнемера;
- жидкость в резервуаре не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды;
- в резервуаре отсутствует избыточное давление, допускается разгерметизация резервуара;
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) должно быть отключено;
- поверхность жидкости должна быть спокойной;
- в каждой контрольной точке выдерживают заданную высоту наполнения резервуара не менее двух часов.

3.3 Условия проведения поверки должны также удовлетворять условиям эксплуатации

средств поверки, изложенным в их эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы уровнемера и средств поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °C	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д (регистрационный № 71394-18 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %	
	Средство измерений атмосферного давления с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа	
10.1, 10.2	Рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда в соответствии с частью 1 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3459	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня, модификация ЭЛМЕТРО СПУ (регистрационный № 56506-14 в ФИФОЕИ)
10.3.1		Уровнемер 5900S (регистрационный № 68312-17 в ФИФОЕИ)
10.3.2		Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г (регистрационный № 60606-15 в ФИФОЕИ)
10.1, 10.2	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с частью 2 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840	3.7.АГХ.0001.2021 рабочий эталон единицы длины 3 разряда в диапазоне значений от 0,001 до 50 м
10	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазон измерений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,015$ % диапазона измерений	Мультиметр 3458А регистрационный № 25900-03 в ФИФОЕИ)
9, 10	HART-коммуникатор или преобразователь интерфейсов Modbus, Profibus	—

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и уровнемера, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- внешний вид и комплектность уровнемера;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих применению уровнемера;
- четкость надписей и обозначений.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными, если:

- внешний вид и комплектность уровнемера соответствуют описанию типа и эксплуатационным документам уровнемера;
- механические повреждения, препятствующие применению уровнемера, отсутствуют;
- надписи и обозначения четкие.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационные документы уровнемера и средств поверки, настоящую методику поверки;
- средства поверки и уровнемер устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационных документов;
- к выходному каналу уровнемера подключают мультиметр (при проведении операций по 10.4);
- контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.

8.2 В качестве имитатора поверхности продукта должна использоваться отражающая поверхность, выполненная из металла (стали, дюралю или латуни), которую располагают перпендикулярно оси излучения уровнемера.

8.3 Уровнемер выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

8.4 Опробование уровнемера проводят путем увеличения/уменьшения расстояния от уровнемера до имитатора поверхности (поверхности продукта). Показания уровнемера при этом должны изменяться соответствующим образом.

Примечание – Допускается опробование уровнемера проводить одновременно с определением метрологических характеристик.

8.5 Результаты поверки по 8 считают положительными при выполнении требований, изложенных в 8.1 – 8.4.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Сравнивают номер версии программного обеспечения (далее – ПО) уровнемера с номером версии ПО, представленным в описании типа уровнемера.

9.2 Номер версии ПО уровнемера отображается на индикаторе уровнемера при переходе в соответствующий раздел меню с помощью кнопок индикатор. Назначение кнопок индикатора приведено в 2.3.2 руководства по эксплуатации, структура меню – в приложении Г руководства по эксплуатации.

9.3 Номер версии ПО уровнемеров без индикатора считывают с помощью HART-коммуникатора или специализированного ПО, позволяющего считать номер версии ПО уровнемера.

9.4 Результаты поверки по 9 считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения совпадают с указанными в описании типа уровнемера.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу при полном демонтаже

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу проводят не менее чем в трех контрольных точках при прямом и обратном ходе. Значения измеряемой величины в поверяемой точке при прямом и обратном ходе могут отличаться не более чем на 3 мм. Значение расстояния до поверхности имитатора поверхности продукта в j -ой контрольной точке выбирают из диапазона

$$\text{от } (j - 1) \frac{D}{3} \text{ до } j \frac{D}{3}, \quad (1)$$

где D – верхний предел диапазона измерений уровнемера, мм.

Контрольные точки должны находиться в диапазоне от $L_{\text{п}}$ до L_{max} , где $L_{\text{п}}$ – переходное значение расстояния до поверхности продукта (уровня), м; L_{max} – максимальное значение диапазона измерений расстояния до поверхности продукта (уровня), м.

Расстояние между контрольными точками должно быть не менее $D/6$ мм.

10.1.2 Устанавливают расстояние до имитатора поверхности продукта на требуемое значение и фиксируют показания уровнемера и средства поверки.

Если нулевая точка поверяемого уровнемера и нулевая точка средства поверки не совмещены, то необходимо рассчитать смещение между нулевой точкой поверяемого уровнемера и нулевой точкой средства поверки Δ_0 , мм, установки по формуле

$$\Delta_0 = L_0^y - L_0^3, \quad (2)$$

где L_0^y – значение расстояния до продукта (уровня) по показаниям уровнемера, мм.
 L_0^3 – значение расстояния до продукта (уровня) по показаниям средства поверки, мм.

10.1.3 В каждой j -ой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , мм, по формуле

$$\Delta_j = L_j^y - L_j^3 - \Delta_0, \quad (3)$$

где L_j^y – значение расстояния до продукта (уровня) по показаниям уровнемера в j -ой контрольной точке, мм.
 L_j^3 – значение расстояния до продукта (уровня) по показаниям средства поверки в j -ой контрольной точке, мм.

10.1.4 Результаты поверки по 10.1 считают положительными, если значение погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице 1 настоящей методики поверки.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу при частичном демонтаже

10.2.1 Определение метрологических характеристик средства измерений при частичном демонтаже проводят в лаборатории с помощью вспомогательного приемо-передающего устройства с антенной.

10.2.2 На месте эксплуатации в соответствии с руководством по эксплуатации уровнемера проводят следующие операции:

- проверяют уровнемер на предмет отсутствия системных ошибок;
- сохраняют конфигурацию уровнемера;
- отключают питание уровнемера и производят демонтаж измерительного преобразователя поверяемого уровнемера.

10.2.3 Демонтированный измерительный преобразователь устанавливают на вспомогательное приемо-передающее устройство с антенной и подготавливают уровнемер к работе согласно руководству по эксплуатации.

10.2.4 Проводят операции по 10.1.1 – 10.1.3.

10.2.5 Результаты поверки по 10.2 считают положительными, если значение погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице 1 настоящей методики поверки.

10.2.6 После проведения поверки в соответствии с руководством по эксплуатации измерительный преобразователь монтируют обратно в исходное приемо-передающее устройство с антенной и загружают в него сохраненную конфигурацию.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу без демонтажа на месте эксплуатации

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу с помощью эталонного уровнемера

10.3.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) по цифровому сигналу проводят в двух контрольных точках, расположенных в диапазоне от $L_{\text{п}}$ до L_{max} с разницей не менее трех метров.

10.3.1.2 Рассчитывают смещение между нулевой точкой поверяемого уровнемера и нулевой точкой средства поверки Δ_0 , мм, по формуле (2).

10.3.1.3 В каждой j -ой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , мм, по формуле (3)

10.3.1.4 Результаты поверки по 10.3.1 считают положительными, если значение погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице 1 настоящей методики поверки.

10.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) с помощью рулетки измерительной

10.3.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до продукта (уровня) проводят в двух контрольных точках ($j = 1, 2$), расположенных в диапазоне от $L_{\text{п}}$ до L_{max} , с разницей не менее трех метров.

10.3.2.2 В нулевой контрольной точке ($j = 0$), отличной от контрольных точек ($j = 1, 2$) и расположенной в диапазоне от $L_{\text{п}}$ до L_{max} , определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки.

10.3.2.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) уровнемера в каждой контрольной точке должны быть не менее чем в три раза больше пределов отклонения общей длины шкалы ленты рулетки измерительной.

10.3.2.4 В каждой контрольной точке фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером, и не менее пяти раз определяют расстояние до поверхности жидкости с помощью рулетки следующим образом:

- на участок шкалы рулетки до 1000 мм наносят слой пасты;
- рулетку опускают через измерительный люк резервуара ниже поверхности жидкости

на глубину не более 1000 мм;

– фиксируют показания рулетки по верхнему краю измерительного люка или до риски направляющей планки (верхнее показание);

– поднимают рулетку строго вверх без смещения в стороны до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части рулетки и фиксируют показания рулетки (нижнее показание);

– расстояние до поверхности жидкости определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;

– определяют среднее арифметическое значение расстояния до поверхности жидкости L_j^p , мм, по формуле:

$$\bar{L}_j^p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_{ji}^p \cdot (1 - \alpha_s \cdot (20 - t_b)), \quad (4)$$

где n – количество измерений расстояния до поверхности жидкости с помощью рулетки (не менее 5);

L_{ji}^p – значение расстояния до поверхности жидкости, измеренное с помощью рулетки при i -ом измерении в j -ой контрольной точке, мм;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения рулетки, $1/^\circ\text{C}$;

t_b – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^\circ\text{C}$.

10.3.2.5 В каждой контрольной точке рассчитывают расстояния до поверхности жидкости, измеренные уровнем, L_j^y , мм, по формуле:

$$L_j^y = L_{\max} - H_j^y, \quad (5)$$

где $L_{\max}$ – значение расстояния от уровня до точки, принятой за начало отсчета уровня жидкости, мм.

H_j^y – значение уровня, измеренное уровнем, мм.

10.3.2.6 В нулевой контрольной точке ($j = 0$) вычисляют поправку на несоответствие показаний уровня и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле

$$\Delta L_0 = L_0^y - \bar{L}_0^p, \quad (6)$$

где L_0^y – значение расстояния до поверхности жидкости, измеренное уровнем в нулевой контрольной точке, мм;

$\bar{L}_0^p$ – среднее арифметическое значение расстояния до поверхности жидкости, измеренное рулеткой в нулевой контрольной точке, мм.

10.3.2.7 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , %, по формуле

$$\Delta_j = L_j^y - \bar{L}_j^p - \Delta L_0. \quad (7)$$

10.3.2.8 Результаты поверки по 10.3.2 считают положительными, если значение погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице 1 настоящей методики поверки.

10.4 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения токового выходного сигнала от 4 до 20 мА

10.4.1 Определение приведенной погрешности воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА проводят для уровней, используемых по токовому выходному сигналу от 4 до 20 мА в трех контрольных точках, соответствующих 4, 12, 20 мА.

10.4.2 К выходному токовому каналу уровня подключают мультиметр, установленный в режим измерений токовых сигналов.

10.4.3 В каждой контрольной точке в соответствии с эксплуатационными документами уровня на выходном токовом канале задают токовый сигнал и вычисляют приведенную погрешность γI_j , %, по формуле

$$\gamma I_j = \frac{I_j^y - I_j^z}{16} \cdot 100, \quad (8)$$

где I_j^y – значение токового сигнала в j -ой контрольной точке, воспроизводимое уровнемером, мА;
 I_j^z – значение токового сигнала в j -ой контрольной точке, измеренное мультиметром, мА.

10.5 Результаты поверки по 10.4 считают положительными, если значение погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице 1 настоящей методики поверки.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки в свободной форме.

11.2 При положительных результатах поверки уровнемер признают пригодным к применению.

Сведения о положительных результатах поверки передают в ФИФОЕИ. При определении метрологических характеристик уровнемера на месте эксплуатации в ФИФОЕИ передается также информация о способе поверки уровнемера.

Пломбирование уровнемеров не предусмотрено.

По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке, на которое наносят знак поверки. В свидетельстве о поверке указывают также способ поверки уровнемера.

11.3 При отрицательных результатах поверки уровнемер признают непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передают в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают извещение о непригодности с указанием основных причин.